黄精多糖对种鹌鹑生产性能、蛋品质、孵化性能及血清抗氧化指标的影响

李霞辉[1] 王志刚[1] 徐 超[1] 杜夏夏[1] 林诗宇[1] 冉崇霖[1] 陈豫川[2] 孙弟芬[2] 舒 刚[1*]

(1.四川农业大学动物医学院，成都 611130；2.四川九升食品有限公司，眉山 620010)

摘 要：本试验旨在研究黄精多糖对种鹌鹑生产性能、蛋品质、孵化性能及血清抗氧化指标的影响。选取 4 000 只产蛋鹌鹑、500 只雄性鹌鹑，随机分为 5 组，对照组饲喂基础饲粮，试验组饲喂在基础饲料中分别添加 0.4%黄芪多糖及 0.1%、0.4%和 0.8%黄精多糖的试验饲粮，每组 4 个重复，每个重复 200 只产蛋鹌鹑、25 只雄性鹌鹑。预试期 15 d，正试期 30 d。结果表明：1）0.4%黄精多糖组和 0.4%黄芪多糖组的产蛋率及平均蛋重均显著大于对照组和 0.1%黄精多糖组（P<0.05），0.4%黄精多糖组、0.8%黄精多糖组、0.4%黄芪多糖组平均日采食量、料蛋比均显著小于对照组（P<0.05）。2）各试验组蛋黄色泽均显著高于对照组（P<0.05），0.4%黄精多糖组、0.8%黄精多糖组和 0.4%黄芪多糖组哈氏单位显著高于 0.1%黄精多糖组和对照组（P<0.05）。3）0.4%黄精多糖组、0.8%黄精多糖组及 0.4%黄芪多糖组的受精率、受精蛋孵化率和入孵蛋孵化率都显著大于对照组（P<0.05）。4）0.4%黄精多糖组、0.8%黄精多糖组以及 0.4%黄芪多糖组血清总超氧化物歧化酶、谷胱甘肽过氧化物酶活性以及总抗氧化能力均显著大于对照组（P<0.05），血清丙二醛含量均显著小于对照组和 0.1%黄精多糖组（P<0.05）。结果提示，饲粮中添加 0.4%和 0.8%黄精多糖均能提高种鹌鹑生产性能，增加蛋黄色泽和哈氏单位，提高孵化性能，提高血清抗氧化性能，其中以 0.4%黄精多糖的效果最佳。

关键词：种鹌鹑；黄精多糖；生产性能；蛋品质；孵化性能；血清抗氧化指标

收稿日期：2018-01-04

基金项目:肉类加工四川省重点实验室开放基金项目（201616r20）

作者简介：李霞辉（1993-），女，四川成都人，硕士研究生，研究方向兽医药理学和动物营养。E-mail: 714976124@qq.com

*通信作者：舒 刚，副教授，硕士生导师，E-mail： dyysg2005@sicau.edu.cn

中图分类号：S816.7

在鹌鹑养殖产业链中，种鹌鹑的品质至关重要，而开发无毒副作用的绿色饲料添加剂能优化鹌鹑品种质量，提高种鹌鹑的生产性能、蛋品质以及孵化性能，利于鹌鹑品种的繁衍。

黄精是一种常用的滋补药，始收录于《名医别录》[1]，多糖是黄精属植物含量最多的成分[2]。多糖具有多种生物活性，且没有明显的毒副作用[3]，这使其成为食品科学、天然药物、生物化学、生命科学等领域的研究热点。研究表明，饲粮中添加 100 mg/kg 黄芪多糖可以极显著降低蛋鸡料蛋比，增加蛋黄颜色，并且产蛋率、哈氏单位和蛋壳厚度均有增加的趋势[4]。白术多糖能在一定程度上提高鹌鹑的平均日增重、平均日采食量（ADFI）和饲料利用率[5]。苜蓿多糖、黄芪多糖均能通过能清除 1,1-二苯基-2-三硝基苯肼(DPPH)、羟自由基和超氧阴离子自由基对肉仔鸡呈现抗氧化作用[6]，当归多糖、淫羊藿多糖也有相似活性[7-8]。海带多糖能降低试验性高血脂鹌鹑血脂，抑制动脉粥样硬化的形成[9]。龙胆多糖能不同程度地增强禽类的胸腺指数和脾脏指数,促进免疫器官的发育[10]。黄精多糖能通过提高血清抗氧化功能，提高血清中免疫球蛋白含量，提高胸腺、法氏囊和脾脏的免疫能力等途径对雏鸡发挥免疫调节作用，维持机体免疫系统稳态[11]。辣木多糖和葛花多糖均能提高家禽体液免疫功能，进而增加抗病力及生产性能[12]。然而，国内外对黄精多糖的研究多集中在开发畜禽的免疫增强剂和抗炎药物方面，关于黄精多糖对繁殖期禽类的影响了解较少。因此，本试验在种鹌鹑饲粮中添加黄精多糖，研究其对生产性能、蛋品质、孵化性能及血清抗氧化指标的影响，为黄精多糖的推广应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试剂材料

黄羽种鹌鹑购自眉山佳业鹌鹑养殖专业合作社；黄芪多糖：有效含量 80%，批号 20160222，购自北京生泰尔生物科技有限公司。黄精多糖：有效含量 86%，批号 20160321，购自陕西斯诺特生物技术有限公司。

1.2　试验设计

选取 80 日龄产蛋黄羽鹌鹑 4 000 只、雄性鹌鹑 500 只（二者按 8:1 进行配置），随机分为 5 组，每组 4 个重复，每个重复 200 只产蛋鹌鹑、25 只雄性鹌鹑，网上笼养。对照组饲喂基础饲粮，0.4%黄芪多糖组饲喂在基础饲粮中添加 0.4%黄芪多糖（按纯品量添加）的试验饲粮，其余 3 组饲喂在基础饲粮中分别添加 0.1%、0.4%和 0.8%黄精多糖（按纯品量添加）的试验饲粮。基础饲粮组成及营养水平见表 1。预试期 15 d，正试期 30 d。正试期最后 1 天每组随机采集 16 枚鹌鹑蛋，每个重复 4 枚。

表 1　基础饲粮组成及营养水平（干物质基础）

Table 1　Composition and nutrition level of the basal diet　（DM basis）　%

项目 Items	含量 Content
原料 Ingredients	
玉米 Corn	58.84
大豆油 Soybean oil	3.70
大豆粕 Soybean meal	22.00
蛋氨酸 Methionine	0.09
鱼粉 Fish meal	8.10
骨粉 Bone meal	1.38
食盐 NaCl	0.35
维生素预混料 Vitamin premix[1)]	0.04
微量元素预混料 Trace element premix[2)]	1.00
碳酸钙 $CaCO_3$	4.50
合计 Total	100.00
营养水平 Nutrient levels	
代谢能 ME/(MJ/kg)	12.142
粗蛋白质 Crude protein	20.387
赖氨酸 Lysine	1.181
蛋氨酸 Methionine	0.456
干物质 Dry matter	90.569
总钙 Total calcium	2.400
总磷 Total phosphorus	0.706

[1)] 维生素预混料为每千克饲粮提供 Vitamin premix provided the following per kg of the diet：VA 12 000 IU，VD 33 000 IU，VE 20 IU，VK 20 mg，VB_2 70 mg，VB_6 60 mg，叶酸 folic acid 20 mg，泛酸钙 pantothenic

acid 300 mg。

2)微量元素预混料为每千克饲粮提供 Trace element premix provided the following per kg of the diet：Mn (as manganese sulfate) 60 mg，Zn (as zinc sulfate) 50 mg，Fe (as ferrous sulfate) 25 mg，Cu (as copper sulfate) 5 mg，I (as potassium iodide) 0.5 mg。

1.3　生产性能测定

正试期内每日观察试验种鹌鹑的健康状况，准确记录每个重复的采食量、死亡数、产蛋数、蛋重、破蛋数、软壳蛋数。计算死亡率、平均日产蛋量、产蛋率、料蛋比和破软蛋率，公式如下：

产蛋率(%)=[总产蛋数/(鹌鹑数×正试期天数)]×100；

料蛋比=总采食量/总产蛋量；

破软蛋率(%)=(破软蛋数/总产蛋数)×100；

死亡率(%)=(正试期结束时死亡鹌鹑数/入舍鹌鹑数)×100。

1.4　蛋品质的测定

使用分析天平测定蛋重，游标卡尺测定蛋形指数、蛋黄指数(蛋黄高度/蛋黄直径)，使用Orka 公司的蛋壳厚度测定仪及及蛋品质测定仪分别测定蛋壳厚度及蛋黄颜色、蛋白高度和哈氏单位等。

1.5　孵化性能的测定

将种蛋分 3 批孵化(每 10 d 选择 1 次入孵)，记录各组各重复种蛋的入孵蛋数、受精蛋数、出壳数和健康雏鹌鹑数，按以下公式计算受精率、健雏率、入孵蛋孵化率、受精蛋孵化率：

受精率(%)=(受精蛋数/入孵蛋数)×100；

受精蛋孵化率(%)=(出壳数/入孵受精蛋数)×100；

入孵蛋孵化率(%)=(出壳数/入孵蛋数)×100；

健雏率(%)=(健康雏鹌鹑数/出壳数)×100。

本试验采用孵化条件与当地生产条件一致。条件如下：37.8 ℃恒温；湿度，第 1～6 天 60%，第 7～15 天 55%，第 16～17 天 65%；每 2 h 翻蛋 1 次，翻蛋角度 90°；定时通风。

1.6 血清抗氧化指标的检测

正试期结束时，每个重复随机抽取产蛋鹌鹑 4 只，颈静脉采血，收集血样，倾斜放置至析出血清后，3 000 r/min 离心 15 min，制备血清，-20 ℃下保存待测。测定指标为：总超氧化物歧化酶（T-SOD）活性、总抗氧化能力（T-AOC）、谷胱甘肽过氧化物酶（GSH-Px）活性、丙二醛（MDA）含量，试剂盒均购自南京建成生物工程研究。

1.7 数据统计分析

试验数据以“平均值(mean)±标准差(SD)”表示，采用 SPSS 18.0 软件的方差分析（ANOVA）程序进行统计，组间多重比较采用 Duncan 氏法，$P<0.05$ 为差异显著的判断标准。

2 结　果

2.1 黄精多糖对种鹌鹑生产性能的影响

由表 2 可知，各试验组的 ADFI 均有下降趋势，除 0.1%黄精多糖组外，其余各组 ADFI 均与对照组存在显著差异（$P<0.05$）；0.4%黄精多糖组和 0.4%黄精多糖组产蛋率和显著大于对照组和 0.1%黄精多糖组（$P<0.05$）；0.4%黄精多糖组和 0.4%黄芪多糖组平均蛋重显著大于对照组和 0.1%黄精多糖组（$P<0.05$）；0.4%黄精多糖组、0.8%黄精多糖组、0.4%黄芪多糖组料蛋比均显著小于对照组（$P<0.05$）。

表 2　黄精多糖对种鹌鹑生产性能的影响

Table 2　Effects of *Polygonatum* polysaccharide on performance of breeding quails

项目 Items	对照组 Control group	0.4%黄芪多糖组 0.4% AP group	0.1%黄精多糖组 0.1% PP group	0.4%黄精多糖组 0.4% PP group	0.8%黄精多糖组 0.8% PP group
平均日采食重 ADFI	23.22±0.38^{a}	21.03±0.22^{b}	22.56±0.43^{ab}	20.78±0.53^{b}	21.78±4.32^{b}
产蛋率 Laying rate/%	84.24±2.57^{c}	88.32±3.22^{a}	85.58±2.23^{bc}	88.13±2.21^{a}	86.84±2.21^{ab}
平均蛋重 Average egg weight/g	10.56±1.02^{b}	11.87±0.54^{a}	10.94±1.22^{b}	12.02±0.43^{a}	11.04±0.72^{ab}
料蛋比 Feed to egg rate	2.67±0.54^{a}	2.35±0.23^{b}	2.58±0.62^{ab}	2.31±0.82^{b}	2.41±0.45^{b}

破蛋率 Shell broken egg rate/%	1.88±0.32	0.67±0.12	1.34±0.45	0.72±0.23	0.61±0.15
软壳蛋率 Soft shell egg rate/%	0.82±0.15	0.21±0.08	0.42±0.12	0.37±0.08	0.25±0.03
死亡率 Mortality/%	2.65±0.21	1.21±0.54	2.24±0.67	1.38±0.22	1.29±0.32

同行数据肩标不同字母表示差异显著（P<0.05），相同或无字母表示差异不显著（P>0.05）。下表同。

In the same row, values with different letter superscripts mean significant difference (P＜0.05), while with the same or no letter superscripts mean no significant difference (P＞0.05). The same as below.

2.2 黄精多糖对种鹌鹑蛋品质的影响

由表 3 可知，各组蛋重、蛋形指数、蛋壳厚度、蛋黄指数均无显著差异(P＞0.05)；各试验组蛋黄色泽均显著高于对照组（P<0.05），其中 0.4%黄精多糖组、0.8%黄精多糖组和 0.4%黄芪多糖组均显著高于 0.1%黄精多糖组（P<0.05）；0.4%黄精多糖组、0.8%黄精多糖组和 0.4%黄芪多糖组哈氏单位显著高于 0.1%黄精多糖组和对照组（P<0.05）。

表 3 黄精多糖对种鹌鹑蛋品质的影响

Table 3 Effects of *Polygonatum* polysaccharide on egg quality of breeding quails

项目 Items	对照组 Control group	0.4%黄芪多糖组 0.4% AP group	0.1%黄精多糖组 0.1% PP group	0.4%黄精多糖组 0.4% PP group	0.8%黄精多糖组 0.8% PP group
蛋重 Egg weight/g	12.31±0.45	12.28±0.32	12.19±0.54	12.32±0.12	12.22±0.36
蛋形指数 Egg shape index	1.23±0.05	1.25±0.03	1.21±0.04	1.24±0.02	1.23±0.03
蛋壳厚度 Egg shell thickness	0.22±0.02	0.24±0.01	0.22±0.02	0.24±0.01	0.23±0.02
蛋黄指数 Yolk index	0.38±0.05	0.42±0.04	0.37±0.03	0.41±0.02	0.40±0.01
蛋黄色泽 Yolk color	$3.12±0.32^{c}$	$3.88±0.35^{a}$	$3.47±0.29^{b}$	$4.01±0.26^{a}$	$3.92±0.32^{a}$
哈氏单位 Haugh unit	$66.54±4.55^{b}$	$81.23±3.87^{a}$	$68.11±5.34^{b}$	$78.98±4.36^{a}$	$74.35±3.21^{a}$

2.3 黄精多糖对种鹌鹑孵化性能的影响

由表 4 可知，各组初生重均无显著差异（P>0.05）；0.4%黄精多糖组、0.4%黄芪多糖组和 0.8%黄芪多糖组受精率显著大于 0.1%黄精多糖组和对照组（P<0.05）；0.4%黄精多糖组、0.8%黄精多糖组和 0.4%黄芪多糖组受精蛋孵化率和入孵蛋孵化率均显著大于对照组（P<0.05）；各试验组健雏率均显著大于对照组（P<0.05），且其中 0.4%黄精多糖组、0.8%黄精多糖组和 0.4%黄芪多糖组显著大于 0.1%黄精多糖组（P<0.05）。

表 4 黄精多糖对种鹌鹑孵化性能的影响

Table 4　Effects of *Polygonatum* polysaccharide on incubation performance of breeding quails

项目 Items	对照组 Control group	0.4%黄芪多糖组 0.4% AP group	0.1%黄精多糖组 0.1% PP group	0.4%黄精多糖组 0.4% PP group	0.8%黄精多糖组 0.8% PP group
蛋数 Eggs/枚	600	600	600	600	600
出雏数 Chick number/羽	528	541	532	548	536
初生重 Birth weight/g	8.23±0.67	8.35±0.22	8.22±0.44	8.31±0.23	8.34±0.72
受精率 Fertilization rate/%	88.56±3.45^{b}	92.34±2.45^{a}	89.23±2.45^{b}	91.69±3.12^{a}	90.58±2.57b^{a}
受精蛋孵化率 Hatching rate of fertilized eggs/%	87.23±1.33^{b}	91.27±3.22^{a}	88.92±2.34^{ab}	90.56±1.89^{a}	89.85±1.23^{a}
入孵蛋孵化率 Hatching rate of eggs/%	85.34±2.56^{b}	89.23±2.54^{a}	86.21±3.23^{ab}	89.33±2.43^{a}	88.12±2.19^{a}
健雏率 Healthy chick rate/%	90.23±1.02^{c}	94.64±1.32^{a}	92.02±1.21^{b}	94.55±1.32^{a}	94.23±1.09^{a}

2.4　黄精多糖对种鹌鹑血清抗氧化指标的影响

由表 5 可知，血清 T-SOD 活性和 T-AOC 显示出 0.4%黄芪多糖组、0.4%黄精多糖组、0.8%黄精多糖组显著高于对照组和 0.1%黄精多糖组（P<0.05）；0.4%黄芪多糖组、0.4%黄精多糖组、0.8%黄精多糖组血清 GSH-Px 活性在显著高于对照组（P<0.05）；血清 MDA 含量在 0.4%黄芪多糖组、0.4%黄精多糖组、0.8%黄精多糖组显著低于对照组和 0.1%黄精多糖组（P<0.05）。

表 5　黄精多糖对种鹌鹑血清抗氧化指标的影响

Table 5　Effects of *Polygonatum* polysaccharide on serum antioxidant indexes of breeding quails

项目 Items	对照组 Control group	0.4%黄芪多糖组 0.4% AP group	0.1%黄精多糖组 0.1% PP group	0.4%黄精多糖组 0.4% PP group	0.8%黄精多糖组 0.8% PP group
总超氧化物歧化酶 T-SOD/(U/mL)	93.12±10.33^{b}	124.24±12.27^{a}	98.56±11.62^{b}	116.67±10.24^{a}	121.88±13.31^{a}
总抗氧化能力 T-AOC/(mmol/mL)	8.13±1.21^{b}	10.32±1.22^{a}	8.27±1.51^{b}	9.35±1.13^{a}	9.67±1.42^{a}
谷胱甘肽过氧化物酶 GSH-Px/(mU/mL)	172.56±21.43^{b}	225.58±12.23^{a}	197.94±21.22^{ab}	217.58±10.62^{a}	221.34±12.45^{a}
丙二醛 MDA/(mmol/mL)	10.38±1.51^{a}	7.13±0.81^{b}	9.02±0.43^{a}	7.31±0.81^{b}	6.89±1.23^{b}

3　讨　论

3.1　黄精多糖对种鹌鹑生产性能的影响

目前虽然并无研究报道黄精多糖对禽类生产性能的影响，但多糖在增加生产性能的研究中已经取得一定结果，刘家国等[13]研究表明，调整气血为主要药理作用的中药组方能够改善血液运氧能力，从而提高蛋鸡的生产性能。王俊丽等[14]研究表明，黄芪多糖能改善肉鸡

的免疫系统从而提高雏鸡的生产性能，其中以 0.4%黄精多糖的效果最佳。赵天章等[15]研究报道，饲粮中添加黄芪多糖能提高 ADFI，降低了料重比，从而改善肉鸡生产性能，本文与上述报道一致。本试验表明，与对照组相比，0.4%黄精多糖组和 0.8%黄精多糖组的生产性能均有增加，可能是因为黄精多糖能调节气血，增强机体的抵抗力，增加了饲料的利用率，提高了生产潜力，使得鹌鹑的蛋重增加，破壳软壳蛋减少。产蛋是禽类在神经内分泌系统调节下的复杂生理过程[16]，鹌鹑在产蛋高峰期卵巢会连续大量的排卵[17]，氧化损伤会在体内积聚从而导致鹌鹑的生产性能明显下降[18]。陈巨清等[19]的研究表明，蒲公英多糖能增加蛋鸡的生产性能。辛小青等[20]和王进宇[21]等的研究均表明，饲粮中添加苜蓿多糖能显著增加产蛋率。官丽辉等[16]报道黄芪多糖能通过调节激素的分泌和代谢，影响神经内分泌系统，进而提高蛋鸡的生产性能。本试验在饲粮中添加适量的黄精多糖使鹌鹑的产蛋率的提高可能与多糖能调节内分泌系统有关，具体机理有待进一步研究。

3.2　黄精多糖对种鹌鹑蛋品质的影响

蛋黄色泽代表了蛋的营养价值，蛋黄颜色的深浅决定于鹌鹑从饲粮中摄取的类胡萝卜素的数量和种类。哈氏单位是鉴定鹌鹑蛋新鲜程度的主要依据，哈氏单位越高，蛋越新鲜，其蛋白质越黏稠，蛋品也就越好。王翠菊等[22]报道，饲粮中添加黄芪多糖可防止叶黄素被氧化，增加色素沉积，改善蛋黄颜色，且添加不同剂量的黄芪多糖，哈氏单位呈现不同程度的提高。刘培培等[23]研究发现，饲粮中添加地黄多糖后，蛋黄颜色随着添加剂量的增加显著增加，植物多糖可在一定程度上增加蛋品新鲜度。王进宇等[21]研究表明，紫花苜蓿粗多糖提高了类胡萝卜素的稳定性，增加了卵黄中的色素沉积，从而改善了蛋黄颜色，且能增加蛋鸡的哈氏单位，增加鸡蛋的新鲜度，辛小青等[20]研究表明，苜蓿多糖能通过影响鸡蛋蛋白质代谢从而显著提高哈氏单位。本试验中，饲粮中添加不同剂量黄精多糖均能一定程度上提高鹌鹑蛋黄色泽，增加蛋品的新鲜程度，增加蛋品质，与上述多糖结果一致，目前已有报道证明黄精多糖具有抗氧化性[24]，可清除动物机体内的多种自由基，作者猜测蛋品质的提高与

黄精多糖的抗氧化性相关。

3.3 黄精多糖对种鹌鹑孵化性能的影响

本试验结果证明，添加黄精多糖后能提高鹌鹑的孵化性能。申瑞玲等[25]报道，多糖能提高血清的抗氧化活性，进而消除体内氧自由基，使蛋鸡的生殖能力保持旺盛。左兆云等[26]研究表明，黄芪多糖能够对雌激素产生双重调节作用，能影响性激素的分泌和代谢。刘松[27]研究表明，苜蓿多糖能够调节蛋鸡血清 T-AOC，T-SOD、GSH-Px 活性及 MDA 含量，降低脂质氧化和肝脏损伤，缓解氧化应激。还有研究表明，黄精多糖具有抑菌抗病毒作用，可以有效地抑制大肠杆菌、沙门氏菌、金黄色葡萄球菌以及蜡样芽孢杆菌的生长，在抗病毒方面，黄精多糖能显著提高单纯疱疹病毒感染的 Vero 细胞的活力，对细胞发挥保护作用[28]。本试验中，与对照组相比，0.4%黄精多糖及 0.8%黄精多糖均能显著提高受精率、受精蛋孵化率、入孵蛋孵化率，从而提高孵化性能，与上述报道一致。这可能与黄精多糖促进鹌鹑性腺发育，改善种鹌鹑性腺功能，具有抗氧化作用和抗菌抗病毒作用有关。

3.4 黄精多糖对种鹌鹑血清抗氧化指标的影响

徐春燕[29]研究表明，植物多糖可以通过提高机体的抗氧化作用消除活性氧自由基，从而增强机体的免疫，饲粮中添加苜蓿多糖和黄芪多糖能够显著提高血清 T-AOC 及 T-SOD、GSH-Px 活性，减少了血清内 MDA 的含量，且其抗氧化效果具有剂量-效应关系。王翠菊等[22]研究表明，饲粮中添加黄芪多糖可显著增加血清 T-SOD、GSH-Px 活性，显著减少 MDA 的含量，进而增强机体抗氧化功能。左兆云等[26]研究表明，饲粮中添加黄芪多糖均能不同程度地提高蛋鸡血清 T-AOC，SOD、GSH-Px 活性，减少血清 MDA 含量，并且以 0.4%黄芪多糖的效果较好。有研究报道，黄精多糖不仅能对体外化学反应生成的羟自由基和超氧阴离子产生清除作用，而且具有抑制脂质过氧化作用[24,30]，这些结果证明黄精多糖在体内外都能够一定程度上提高机体的抗氧化性能。本试验结果显示，血清 T-SOD、GSH-Px 活性和 T-AOC 的增加趋势与黄精多糖的添加剂量正相关，血清 MDA 含量随添加剂量增加而降低，与上述

报道一致。这些指标的变化都直观显示出黄精多糖能改变种鹌鹑血清抗氧化性能。

4 结 论

①饲粮中添加 0.4%黄精多糖及 0.8%黄精多糖均能显著提高种鹌鹑的平均蛋重、产蛋率，显著降低 ADFI、料蛋比，其中以 0.4%黄精多糖的效果最佳。

②饲粮中添加 0.4%黄精多糖及 0.8%黄精多糖均能显著提高种鹌鹑的蛋黄色泽及哈氏单位，其中以 0.4%黄精多糖的效果最佳。

③饲粮中添加 0.4%黄精多糖及 0.8%黄精多糖均能显著提高种鹌鹑受精率、受精蛋孵化率、入孵蛋孵化率，其中以 0.4%黄精多糖的效果最佳。

④饲粮中添加 0.4%黄精多糖及 0.8%黄精多糖均能显著提高种鹌鹑血清抗氧化功能，且作用效果呈剂量依赖性。

致谢：

感谢四川农业大学大学动物科技学院赵小玲教授对文稿所提的宝贵意见。

参考文献：

[1] 李丽,田丽娜,任振兴,等.黄精多糖的结构分析及功能活性研究进展[J].中国实验方剂学杂志,2015,21(15):231–234.

[2] 王聪.多花黄精多糖提取分离、分子量测定及其粗多糖的初步药效研究[D].硕士学位论文.成都:成都中医药大学,2012.

[3] QIU T,MA X J,YE M,et al.Purification,structure,lipid lowering and liver protecting effects of polysaccharide from Lachnum YM281[J].Carbohydrate Polymers,2013,98(1):922–930.

[4] 王洪芳.黄芪多糖对蛋鸡生产性能、抗氧化酶活性、免疫机能及肠道主要菌群的影响[D].硕士学位论文.沧州:河北农业大学,2010.

[5] 赵淑珍.白术多糖对鹌鹑生长性能的影响[J].科技风,2014(7):190.

[6] 徐春燕.苜蓿多糖和黄芪多糖对肉仔鸡抗氧化性能影响的研究[D].硕士学位论文.扬州:扬州大学,2010.

[7] 徐小芳,罗燕,赵民,等.当归多糖对鸡抗氧化功能的影响[J].中兽医医药杂志,2008,27(5):24–26.

[8] 徐小芳,罗燕,赵民,等.淫羊藿多糖对鸡抗氧化功能的影响[J].中国兽医杂志,2009,45(3):27–28.

[9] 李春梅,高永林,李敏,等.海带多糖对实验性高血脂鹌鹑的降脂及抗动脉粥样硬化作用[J].中药材,2005,28(8):676–679.

[10] 孟博,王臣,赵蔓,等.龙胆多糖对雏鸡免疫功能的影响[J].农学学报,2010(4):57–58.

[11] 赵谨.黄精粗多糖对环磷酰胺应激下雏鸡生长性能及免疫功能的影响[D].硕士学位论文.雅安:四川农业大学,2016.

[12] 刘建平,张世新,蓝洪,等.辣木和葛花多糖提取物对白羽肉鸡生产性能的影响[J].家禽科学,2016(10):7–9.
[13] 刘家国,张宝康,赵志辉,等.不同原则中药组方对中后期蛋鸡生产性能的影响及其机理初探[J].上海农业学报,2005,21(3):50–54.
[14] 王俊丽,章世元,徐春燕,等.黄芪多糖对肉仔鸡生产性能和部分免疫指标的影响[J].中国饲料,2010(7):18–21.
[15] 赵天章,李慧英.黄芪多糖对肉仔鸡生长性能和免疫功能的影响[J].饲料工业,2014,35(2):19–24.
[16] 官丽辉,张立永,刘海斌,等.黄芪多糖对蛋鸡生产性能、生殖激素及血液生理生化指标的影响[J].中国粮油学报,2015,30(7):70–76.
[17] 姜礼文.排卵诱导氧化应激对蛋鸡卵巢机能的影响[D].硕士学位论文.北京:中国农业科学院,2013.
[18] 赵晓娟.表面健康鹌鹑群产蛋下降原因分析及对策[J].养禽与禽病防治,2007(12):34–35.
[19] 陈巨清,李树鹏,张云凯.蒲公英多糖纳米乳对蛋鸡生产性能及雏鸡免疫机能影响研究[J].兽医导刊,2015(8):43–45.
[20] 辛小青,董晓芳,佟建明.饲粮添加不同水平苜蓿粗多糖对蛋鸡生产性能和蛋品质的影响[J].动物营养学报,2016,28(8):2465–2475.
[21] 王进宇,董晓芳,佟建明.紫花苜蓿粗多糖对蛋鸡生产性能、蛋品质及盲肠微生物数量的影响[J].动物营养学报,2017,29(2):502–510.
[22] 王翠菊,王洪芳,陈辉,等.黄芪多糖对蛋鸡抗氧化性能和蛋品质的影响[J].动物营养学报,2011,23(2):280–284.
[23] 刘培培,臧素敏,王娟,等.螺旋藻粉、地黄多糖和益母草提取物对蛋鸡蛋品质和部分生化指标的影响[J].中国家禽,2016,38(12):25–30.
[24] 高秀妹.四种植物多糖抑菌抗病毒作用及其对波氏杆菌免疫增强作用的比较研究[D].硕士学位论文.泰安:山东农业大学,2012.
[25] 申瑞玲,王俊东,郭玉红,等.首乌、山楂对蛋鸡抗氧化能力和产蛋性能的影响[J].中国畜牧杂志,1999,35(6):41–42.
[26] 左兆云,杨维仁,杨在宾,等.日粮添加黄芪多糖对蛋鸡机体抗氧化能力和鸡蛋品质的影响[J].中国兽医学报,2012,32(1):130–134.
[27] 刘松.苜蓿多糖的提取及其对蛋鸡抗氧化能力的影响[D].硕士学位论文.北京:中国农业科学院,2016.
[28] 高秀妹.四种植物多糖抑菌抗病毒作用及其对波氏杆菌免疫增强作用的比较研究[D].硕士学位论文.泰安:山东农业大学,2012.
[29] 徐春燕.苜蓿多糖和黄芪多糖对肉仔鸡抗氧化性能影响的研究[D].硕士学位论文.扬州:扬州大学,2010.
[30] LIU X,ZHANG M S,GUO K,et al.Cellulase-assisted extraction,characterization and bioactivity of polysaccharides from *Polygonatum odoratum*[J].International Journal of Biological Macromolecules,2015,75(2):258–265.

Effects of *Polygonatum* Polysaccharide on Performance, Egg Quality, Hatching Performance and Serum Antioxidant Indexes of Breeding Quails

LI Xiahui[1] WANG Zhigang[1] XU Chao[1] DU Xiaxia[1] LIN Shiyu[1] RAN Chonglin[1]

CHEN Yuchuan[2] SUN Difen[2] SHU Gang[1*]

（1. *College of Veterinary Medicine, Sichuan Agricultural University, Chengdu* 611130, *China*；2. *Sichuan Nine Liters Food Co., Ltd., Meishan* 620010, *China*）

Abstract: The aim of this study was to investigate the effects of *Polygonatum* polysaccharide on performance, egg quality, hatching performance and serum antioxidant indexes of quails. A total of 4 000 laying quails and 500 male quails were selected, and randomly divided into 5 groups (quails in control group were fed a basal diet, and those in experimental groups were fed the basal diet supplemented 0.4% *Astragalus* polysaccharide, and 0.1%, 0.4% and 0.8% *Polygonatum* polysaccharide, respectively), each group had 4 replicates with 200 laying quails and 25 male quails per replicate. The pre-experiment lasted for 15 d, and the experiment lasted for 30 d. The results showed as follows: 1) laying rate and average egg weight of 0.4% *Polygonatum* polysaccharide group and 0.4% *Astragalus* polysaccharide group were significantly higher than those of control group and 0.1% *Polygonatum* polysaccharide group (P<0.05), and average daily feed intake and feed to egg rate of 0.4% *Polygonatum* polysaccharide group, 0.8% *Polygonatum* polysaccharide group and 0.4% *Astragalus* polysaccharide group were significantly lower than those of control group （P<0.05）. 2) Yolk color of experimental groups was significantly higher than that of control group (P<0.05), and Haugh unit of 0.4% *Polygonatum* polysaccharide group, 0.8% *Polygonatum* polysaccharide group and 0.4% *Astragalus* polysaccharide group were significantly higher than that of control group and 0.1% *Polygonatum* polysaccharide group （P<0.05）. 3) Fertilization rate, hatching rate of fertilized eggs and eggs of 0.4% *Polygonatum*

*Corresponding author, associate professor, E-mail： dyysg2005@sicau.edu.cn (责任编辑 王智航)

polysaccharide group, 0.8% *Polygonatum* polysaccharide group and *Astragalus* polysaccharide group were significantly higher than those of control group ($P<0.05$). 4) Serum total superoxide dismutase and glutathione peroxidase activities, and total antioxidant capacity of 0.4% *Polygonatum* polysaccharide group, 0.8% *Polygonatum* polysaccharide group and *Astragalus* polysaccharide group were significantly higher than those of control group （$P<0.05$）, and serum malondialdehyde content was significantly lower than that of control group and 0.1% *Polygonatum* polysaccharide group. The results indicate that dietary addition of 0.4% and 0.8% *Polygonatum* polysaccharide can improve performance of quails, increase yolk color and Haugh unit, improve hatching performance and serum antioxidant function, and the effects of 0.4% *Polygonatum* polysaccharide are the best.

Key words: breeding quail; *Polygonatum* polysaccharide; performance; egg quality; hatching performance; serum antioxidant index